

Antti Kivelä

**Varastonohjauksen tehostaminen RFID-tekniologian
avulla**

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Liiketalouden, yrittäjyyden ja ravitsemisalalan yksikkö

Pienen ja keskisuuren yritystoiminnan liikkeenjohdon koulutusohjelma

Tuotantotalous



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Liiketalouden, yrittäjyyden ja ravitsemisalan yksikkö
Koulutusohjelma: Pienen ja keskisuuren yritystoiminnan liikkeenjohdon koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantotalous

Tekijä: Antti Kivelä

Työn nimi: Varastonohjauksen tehostaminen RFID-tekniikan avulla

Ohjaaja: Jorma Imppola

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 38

Liitteiden lukumäärä: 0

Tämän opinnäytetyön aiheena oli RFID-tekniikan käyttö yritysten varastoinnissa ja varastonohjauksessa, sekä tämän tekniikan aiheuttamat hyödyt ja haasteet sitä käyttävälle yritykselle.

Tämä opinnäytetyö on luonteeltaan kirjoituspöytätyö. Kirjoituspöytätyö on kirjallinen työ, jossa eri lähteitä hyväksikäyttäen selvitetään jotain kysymystä tai ongelmaa. Tässä työssä siis tutkitaan analyttisesti eri lähteitä hyväksikäyttäen, huomioonotettavia asioita, RFID- tekniikkaan siirtymistä harkitessa, sekä RFID-tekniikan avulla yritysten varastoinnissa saavutettavia hyötyjä.

Tässä opinnäytetyössä käy ilmi, kuinka paljon hyötyä yrityksen varastonohjaukselle ja tilaus- ja toimitusketjulle on oikein toteutetusta RFID-järjestelmästä. Tämän tekniikan avulla yritys voi automatisoida varastossa tapahtuvia toimintojaan, joka johtaa varastoon vastaanoton ja varastossa tapahtuvan keräilytyön nopeutumiseen vähentämällä manuaalista työtä. RFID-tekniikan avulla yritys voi myös parantaa varaston kiertonopeutta. Tilaus- ja toimitusketjun paremman läpinäkyvyyden avulla yritys pystyy myös paremmin ennakoimaan tulevaisuutta. Samalla myös pienentäen varmuusvarastojensa määrää, ja tätä kautta pienentämään varastoinnista sille aiheutuvia kustannuksia.

Avainsanat: varastointi, etätunnistus

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: Business School
Degree programme: SME Business Management
Specialisation: Production Economics

Author/s: Antti Kivelä

Title of thesis: The Improvement of inventory control using RFID-technology

Supervisor(s): Jorma Imppola

Year: 2011

Number of pages: 38

Number of appendices: 0

The subject of this thesis was the improvement of inventory control using RFID-technology, and what benefits can be achieved by using this RFID-technology in company warehouse system.

This thesis is a desk study on the things a company should consider when considering investing in RFID-technology, and on the benefits a company can achieve by using RFID- technology on its warehousing.

As a result of this thesis it is shown how many benefits can be achieved with a well organized RFID-system to the company's inventory control and to the company order- delivery chain. By using this RFID-technology the company can automate its warehouse functions and by doing so the company can speed up the receiving and the collecting of goods in the warehouse by reducing the amount of manual labour. RFID-technology can also help the company to improve the inventory turn-over. A better visibility of the order- delivery chain can help the company to predict the future with a greater accuracy and also help them to reduce the amount of safety stocks, and all in all help the company to cut down on the costs created by warehousing.

Keywords: warehousing, frequency identification

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	5
1 JOHDANTO.....	6
2 VARASTOINTI JA RFID-TEKNOLOGIA.....	7
2.1 Varastoimisen syyt ja merkitys	7
2.2 Varastointilajit.....	10
2.3 Varaston tehtävät	11
2.4 Varaston kiertonopeus	13
2.4.1 Kiertonopeuden vaikutus varastointiin	14
2.4.2 Varaston riittävyys.....	14
2.5 Varastonohjaus	14
2.6 Varastointikustannukset	16
2.7 ABC- analyysi.....	17
2.8 RFID-teknologia	20
2.8.1 RFID-teknologian historia.....	20
2.8.2 RFID-teknologian osat ja kustannukset	21
2.8.3 Tunnistintörmäys.....	23
2.8.4 RFID-teknologian erot viivakoodeihin	23
2.9 RFID-järjestelmän hankintakustannukset.....	23
3 CASE ESIMERKKEJÄ RFID-TEKNOLOGIAN KÄYTÖSTÄ	27
3.1 American Apparel.....	27
3.2 McCarran International Airport	28
3.3 Falabella	29
4 VARASTONOHJAUKSEN TEHOSTAMINEN RFID-TEKNOLOGIAN AVULLA.....	31
5 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	35
LÄHTEET	36

Käytetyt termit ja lyhenteet

RFID	Radio Frequency Identification, eli radiotaajuinen etätunnistus
UHF	Ultra High Frequency, RFID- teknologiassa käytetty korkea taajuusalue
Case	Esimerkki, tapaus

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on löytää keinoja miten RFID-teknologia voisi auttaa yrityksiä kehittämään ja tehostamaan varastonohjaustaan.

Tämä opinnäytetyö on luonteeltaan pöytä tutkimus, jossa tutkitaan analyttisesti huomioonotettavia asioita RFID-teknologiaan siirtymistä harkitessa, sekä RFID-teknologian avulla yrityksen varastoinnissa saavutettavia hyötyjä.

Opinnäytetyön teoriaosuudessa käydään läpi varastoinnin ja RFID-teknologian teoriaa. Opinnäytetyön rakenne on sellainen, että ensimmäisessä luvussa on johdanto. Toisessa luvussa, eli ns. teoria luvussa käsitellään varastoinnin ja RFID-teknologian teoriaa. Kolmas luku sisältää muutamia esimerkkitapauksia RFID-teknologian hyödyistä käytännössä. Miten yritykset ovat sitä hyödyntäneet ja mitä hyötyjä koko yrityksen toiminnalle tästä teknologiasta on ollut. Neljännessä luvussa annetaan vinkkejä ja toimenpide-ehtouksia yritysten varastoinnin kehittämistä ja tehostamista RFID-teknologian avulla. Viidennessä luvussa puolestaan käydään läpi työn kulku, ja tehdään johtopäätöksiä tästä aihealueesta.

Opinnäytetyön keskeisimmäksi tutkimusongelmaksi muodostui RFID-teknologian mahdollisten hyötyjen analysointi yritysten varastonohjauksessa.

2 VARASTOINTI JA RFID-TEKNOLOGIA

2.1 Varastoimisen syyt ja merkitys

Varastolla tarkoitetaan sitä paikkaa, tai tilaa missä varastoitavaa tuotetta pidetään. Varasto voi olla tuotteen tai tavaran väliaikainen sijoituspaikka, josta se kuljetetaan eteenpäin. Varasto voi myös olla se paikka mihin tuote tai tavara sijoitetaan pysyvästi. Varastoksi voidaan laskea jokainen sellainen paikka jossa tavara seisoo, minkä tahansa syyn takia jonkin tietyn ajan, oli se aika sitten lyhyt tai pitkä. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2002, 143.)

Hokkanen, Karhunen ja Luukkainen (2002, 223) toteavat, että varastojen pitämiseen löytyy viisi syytä:

- 1.taloudellisen edun saavuttaminen
- 2.kysynnän ja tarjonnan tasapainottaminen
- 3.tuotannon erilaistamisen mahdollistaminen
- 4.epävarmuudelta suojautuminen
- 5.jakelukanavan kriittisten rajapintojen puskurina toimiminen

Taloudellisen edun saavuttaminen. Tämä voi tarkoittaa esimerkiksi sitä, että yritys ostaa raaka-aineita suurempina eräkokoina, jolloin saadaan mahdollisia paljousalennuksia, sekä lisäksi eräkojoja suurentamalla voidaan säästää tavaran kuljetus- ja käsittelykustannuksissa. (Pouri 1997, 122.)

Kysynnän ja tarjonnan tasapainottaminen. Tämä puolestaan tarkoittaa mahdolliseen kausivaihteluun tai muunlaisiin kysyntäpiikkeihin varautumista. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2002, 224.)

Tuotannon erilaistamisen mahdollistaminen. Tällä tarkoitetaan sitä, että lopullinen tuote voidaan valmistaa yhdistelemällä varastossa olevia osia yksilöidyn asiakastilauksen perusteella. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2002, 224.)

Epävarmuudelta suojautuminen. Tällä tarkoitetaan esimerkiksi sitä, että kasvatetaan varastoitavaa tuotemäärää mahdollisen hinnannousun varalta. Muita tällaisia tilanteita voivat olla esimerkiksi korkotason vaihtelut tai maailmantalouden epävakaus. (Bardi, Coyle & Langley 1996, 164.)

Jakelukanavan kriittisten rajapintojen puskurina toimiminen. Tämä toiminta taas tarkoittaa esimerkiksi puskurivarastojen ylläpitämistä. Puskurivarastojen tehtävänä on pitää huolta siitä, että tavaraa on saatavissa mahdollisten toimituskatkojen, tai kysynnän äkillisten nousujen varalta. (Benton 2010, 91.)

Yrityksen liiketoiminnalliselta kannalta katsottuna varastoja tarvitaan, jotta yrityksen asiakaspalvelut sekä tuotannolliset toimintamahdollisuudet saadaan turvattua. Yrityksen toimintaa turvaaviin varastoihin lasketaan muun muassa yritysten raaka-aine ja tarvikevarastot, välivarastot, käyttöainevarastot sekä varaosavarastot. Yrityksen raaka-aine ja tarvikevarastot ovat tarpeellisia, kun se on ainoa tapa turvata jonkin tietyn tavaran jatkuva saanti. Tällainen varasto on myös kannattavaa pitää, jos tavaran hankkiminen isommissa toimituserissä on liiketaloudellisesti kannattavaa. Välivarastot tulevat tarpeeseen, kun yritys tarjoaa asiakkailleen monia erilaisia samoista raaka-aineista valmistettavia lopputuotteita. Käyttöainevarastoihin varastoidaan tarpeellisia käyttöaineita, kuten esim. polttoainetta tai voiteluöljyä. Varaosavarastojen tarkoitus on pitää huolta yrityksen tuotannon jatkuvuudesta. Sinne varastoidaan tuotannon koneiden varaosia joiden tilaaminen koneiden valmistajalta veisi liikaa aikaa. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 302.)

Tärkein varastojen tehtävä on pitää huolta jo ostettujen raaka-aineiden riittävydestä sekä huolehtia, että myytävät tuotteet saadaan toimitettua asiakkaille. Tuotteiden varastointia tarvitaan kun ei pystytä millään muulla tavalla takaamaan tavaran jatkuvaa ongelmattonta saatavuutta. Varastot tulevat

tarpeeseen myös, kun jonkin tietyn tuotteen hankkiminen pienemmissä toimituserissä olisi liian suurten kuljetus- tai hankintakustannusten takia taloudellisesti kannattamatonta. (Sakki 2003, 71.)

Siihen miksi varastoja syntyy, löytyy kaksi pääsyitä. Aktiivivarastoksi kutsutaan sellaista varastoa, jossa tavaraa jää varastoon koska myyjältä tuleva toimituserä on asiakkaan akuuttia tarvetta suurempi. Epävarmuus taas on tärkein tekijä niin sanotun passiivivaraston, tai varmuusvaraston, syntymisessä. Epävarmuus johtuu siitä, että ei pystytä sanomaan tarkkaa määrää kuinka paljon kyseistä tavaraa asiakas tarvitsee, tai lopullista tavaran tarve ajankohtaa ei tiedetä. (Sakki 2003, 73.)

Varmuusvarastoksi siis kutsutaan sellaista varastoa, jolla peitetään kysynnän mahdollista epävarmuutta. Varmuusvarasto toimiikin eräänlaisena puskurina kysynnän mahdollisen lisääntymisen, sekä toimitusten myöhästymisten varalta. Varmuusvaraston ohella yrityksellä on myös käyttövarasto. Käyttövarasto tarkoittaa kahden toimituksen välissä käytettäväksi tarkoitettua tavaramäärää. Varmuus- ja käyttövarastoa ei erotella toisistaan fyysisesti. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2002, 155.)

Varastointi on logistiselta kannalta katsottuna hyvä ratkaisu tuotteille, joiden kysyntää on hankala ennakoida, esimerkiksi kausivaihteluiden takia. Pääasiallisesti varastoidaankin juuri tuotteita joiden saatavuus tai menekki on epävarmaa, tai sellaisia tuotteita tai raaka-aineita jotka ovat yrityksen toiminnan kannalta välttämättömiä. Eräs syy varastoimiselle on välivarastoitavan tuotteen tuotanto eri nopeudella sen kulutuksen kanssa. Tuotannon ja kulutuksen eteneminen eri rytmillä on tärkein syy niin kutsuttujen puskurivarastojen syntymiseen. Tämä mahdollistaa tuotteen käytön kulutuksen vaatimassa tahdissa. (Karrus 2003, 34.)

Varastointi on tärkeä osa yrityksen kaikkia logistisia järjestelmiä. Varastojen pitäminen voikin olla joskus välttämätöntä, sillä pitämällä ostoerät suurina saavutetaan etuja ostoista, kuljetuksista sekä valmistuksesta. Tämän kaltaisissa

tapauksissa eräkokojen suunnittelu nousee suureen arvoon, etteivät suurten eräkokojen takia saavutetut kustannussäästöt kulu kasvaneisiin varastointikustannuksiin. (Ritvanen & Koivisto 2007, 35.)

Varastointi aiheuttaa kuitenkin yrityksille kustannuksia sillä se sitoo tuotteiden tai muiden materiaalien muodossa yrityksen pääomaa. Yrityksien logistiikkaa parantaessa onkin varastotasojen pudottaminen ollut yksi tärkeimpiä ratkaisuja. Jokaisen yrityksen onkin omakohtaisesti ratkaistava mikä on oikea varastotaso. Oikean varastotason valitseminen perustuu varastoinnista aiheutuvien kustannusten ja yrityksen haluaman asiakaspalvelutason välillä syntyvään kompromissiratkaisuun. (Varastonohjaus – Suomen Kuljetusopas, [viitattu 23.3.2011].)

2.2 Varastointilajit

Lämpimät varastot. Tavaroita jotka eivät kestä luonnonvoimia säilytetään lämpimissä varastoissa. Lämpimissä varastoissa säilytetään esimerkiksi tuotteita jotka eivät kestä vesisadetta tai kylmää. Lämpötila varastossa olisi pidettävä myös talvella sellaisena etteivät tuotteet altistu pakkaselle tai kosteudelle. Lämpimän varaston ongelmakohta on se, että sen rakennus- ja käyttökustannukset ovat korkeat. Kustannuksia aiheuttaa rakennusvaiheessa varaston eristäminen, ja käyttö vaiheessa varaston lämmitys aiheuttaa energiakustannuksia. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 324.)

Ulkovarastot. Ulkovarastointi on kaikista halvin varastointitapa. Monet tavarat eivät kestä ulkovarastointia, vaikka ne olisivatkin katoksen tai suojapeitteen alla suojassa sateelta. Ulkona varastoitavien tuotteiden pilaantumista aiheuttavat ilmankosteus ja lämpötilan vaihtelut. Alhaisten kustannusten takia kaikki ulkovarastointia kestävä tuotteet olisi säilytettävä ulkona. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 319.)

Lämmittämättömät varastot. Lämmittämättömät varastot ovat halvempia kuin lämpimät varastot. Tähän on syynä alhaisemmat rakennus- ja käyttökustannukset. Suurin uhka lämmittämättömissä varastoissa varastoiduille tuotteille tai tavaroille on kosteus. Usein oletetaan, että se riittää kun tuotteet ovat suojassa katon alla ja täten unohdetaan ilmankosteuden aiheuttamat vaikutukset kokonaan. Liiallinen kosteus aiheuttaa mm. homevaurioita, metallien ruostumista, puun vääntyilyä sekä kartonkipakkausten pehmenemistä. Kosteus on suuri uhka laadukkaalle varastoinnille. Kosteutta ja sen haittoja vastaan voidaan varautua varustamalla lämmittämättömän varaston koneellisella ilmanvaihdolla, joka estää vesihöyryjen muodostumisen varaston seinille tai kattoon. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 321.)

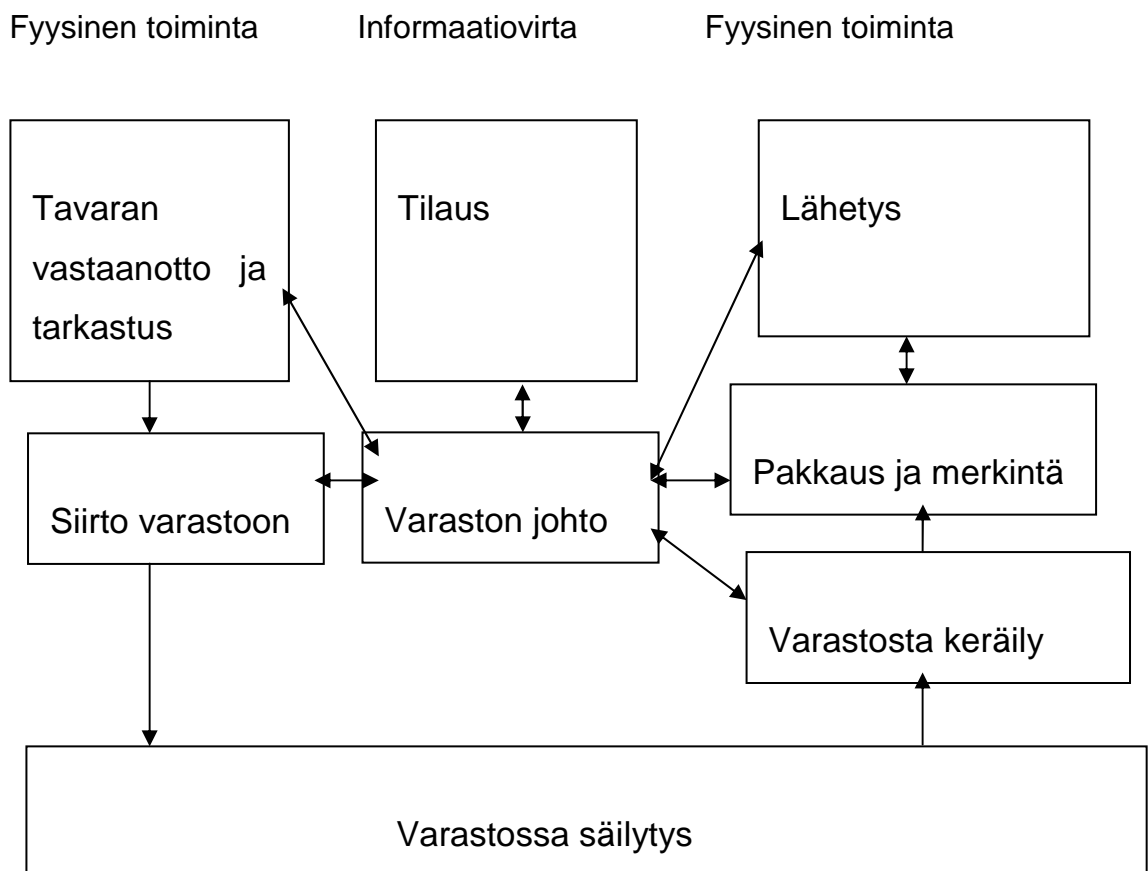
Kylmävarastot. Kylmävarastoissa varastoidaan tavaraa tai tuotteita, jotka eivät säily korkeammissa lämpötiloissa, mutta eivät kuitenkaan kestä pakastamista. Lämpötila kylmävarastoissa pidetään +2 ja -8 asteen välillä. ((Karhunen, Pouri & Santala 2004, 324.)

Pakastevarastot. Pakastevarastoissa säilytetään vain pakastamisen kestäviä tuotteita tai tavaroita, jotka on useimmiten tarkoitettu, että niitä säilytetään pidemmän aikaa. Säilytyslämpötilaa pakastevarastoissa pidetään -18:ssa asteessa, kun taas pakastamiseen käytetty lämpötila vaihtelee välillä -25 ja -30 astetta. Pakastevarastot ovat kustannusasteeltaan kalliita, sillä ne kuluttavat suuren määrän energiaa ja niiden rakentamiskustannukset ovat suuret. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 324.)

2.3 Varaston tehtävät

Varaston tehtävät alkavat tavaran vastaanotosta. Vastaanoton tarkoitus on selvittää mitä tavaraa on saatu ja sen jälkeen varastoida saapuneet tavarat niin, että ne ovat helposti koska tahansa helposti löydettävissä. Vastaanotto on tärkeä osa varastointia sillä se tarkistaa myyjän lähettämän tuotteen kunnon ja oikeellisuuden. Vastaanotto myös omalla tavallaan on vastuussa

varastokirjanpidon virheettömyydestä. Tuotelähetykset jotka tulevat vastaanottoon ovat varastotäydennyksiä, kauttakulkuja tai tuotepalautuksia. Varastotäydennysten kohdalla saapuva tavara on osoitettu varastolle ja se myös kuuluu sinne. Kauttakulun tapauksessa varastoon saapuva tavara on jo valmiiksi osoitettu yrityksen asiakkaalle, tai se voi myös sisältää tavaroita jotka on osoitettu muualle organisaation menossa olevia toimituksia. Palautus käsittää sellaisia tavaroita jotka asiakas palauttaa esimerkiksi laaturvirheen takia. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 374.)



Kuvio 1. Varaston materiaalitoiminnot. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2002, 151.)

Vastaanoton jälkeen, kun tuote on tarkastettu ja siirretty varastokirjanpitoon, tapahtuu tuotteen siirto sen varastopaikalle. Varastopaikka voi olla joko aktiivi- tai reservipaikka. Aktiivipaikaksi kutsutaan sitä aluetta jossa pääasiallinen tilausten keräily tapahtuu. Reservipaikka puolestaan on se paikka jossa säilytetään niitä tuotteita jotka eivät mahdu aktiivipaikalle. Reservipaikalla säilytettävä tuote

siirretään aktiivipaikalle sen tyhjennyttyä, tätä toimintoa kutsutaan keräilypaikan täydennykseksi. Varaston saadessa asiakastilauksen suoritetaan niin sanottu keräily, jossa asiakkaan tilausta koskevat tavarat yhdistellään sekä pakataan. (Sakki 2003, 152.)

Varastolla on kaksi tärkeää toimintoa, nämä ovat varastointi eli tuotteen säilytys sekä materiaalin käsittely. Tuotteiden varastointi on selkeä varaston tehtävä, kun taas materiaalin käsittely voidaan jakaa neljään eri osaan. Näitä eri osia ovat tuotteiden vastaanotto varastoon, tuotteiden siirtely varaston sisällä, tuotteiden keräily, sekä tuotteiden lähettäminen asiakkaalle tai jatkotuotantoon. (Bardi, Coyle & Langley 1996, 254.)

Inventointi tarkoittaa niiden tavaramäärien laskemista jotka sijaitsevat varastossa, sekä niiden tulosten vertaamista varastokirjanpitoon. Inventoinnin tärkein tehtävä onkin pitää huolta varastokirjanpidon tietojen oikeellisuudesta. Inventointi on myös tehtävä riittävän usein, etteivät varastoinnin saldovirheet pääse kertautumaan. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 385.)

Inventointi on myös yksi varaston keskeisimmistä toiminnoista, ja jokaisessa varastossa tulee tehdä inventointi eli saldotarkistus. Inventointi voi olla myös koko ajan tapahtuvaa inventointia, kuten monesti onkin kun ollaan tekemisissä tietokoneohjattujen varastohallintajärjestelmien kanssa. Tietokoneohjattujen varastohallintajärjestelmien yleistyessä suoritetaan monissa varastoissa inventointi vielä perinteisesti manuaalisesti. (Sakki 2003, 153.)

2.4 Varaston kiertonopeus

Varaston kiertonopeuden mittaaminen on yksi varastonohjauksen käytetyimmistä mittareista. Varaston kiertonopeutta mittaamalla yritys seuraa sen varastoihin sitoutuneen pääoman määrää. Yleisimmin varaston kiertonopeus lasketaan tietyn ajanjakson kulutuksen tai käytön ja keskivarastoarvon suhteena. Varaston

kiertonopeus on yhtä kuin keskimääräinen varastotaso. (Varaston kiertonopeus – Suomen Kuljetusopas, [viitattu 24.3.2011].)

2.4.1 Kiertonopeuden vaikutus varastointiin

Parantamalla varastonsa kiertonopeutta yritetään parantaa yrityksen kannattavuutta, sillä mitä suurempi kiertonopeus, sitä vähemmän yritys sitoo pääomaansa varastoihinsa. Liiallinen keskittymisen suuntaaminen varaston kiertonopeuden parantamiseen muun logistiikkajärjestelmän kustannuksella saattaa kuitenkin aiheuttaa kannattavuuden heikkenemistä. Tehottoman ja liikkaa varastoja pitävän yrityksen kohdalla kiertonopeuden parantaminen johtaa parantuneeseen kannattavuuteen. (Varaston kiertonopeus – Suomen Kuljetusopas, [viitattu 24.3.2011].)

2.4.2 Varaston riittävyys

Varaston riittävyys on varaston kiertonopeuden kanssa hyvin samantapainen tunnusluku. Käytännön varastonohjaukseen se soveltuu monin paikoin jopa varaston kiertonopeutta paremmin. Tämä termi kuvaa sitä kuinka pitkän ajanjakson käyttöä varten varastossa on tavaraa. Varaston riittävyys on yksinkertaisesti varaston kiertonopeuden käänteisluku. (Ritvanen & Koivisto 2007, 37.)

2.5 Varastonohjaus

Varastonohjauksella tarkoitetaan yrityksen varastoihin sidotun pääoman hallintaa ja yrityksen materiaalivirtojen ohjausta. Varastonohjauksella hallitaan yrityksen materiaalivirtoja niin, että tietty haluttu palvelutaso pystytään saavuttamaan tai ylläpitämään siten, että operatiiviset kustannukset pysyvät mahdollisimman pieninä. (Ballou 2004, 335.)

Varastonohjauksella yritetään pitää kustannustaso mahdollisimman alhaisena, mutta silti toimitusvarmuus on kyettävä ylläpitämään asiakkaiden toivomalla tasolla. Tämän saavuttaakseen on yrityksen toiminnan laatu oltava tasokasta, sillä vasta näiden kolmen seikan yhteisvaikutus on asiakkaalle lisäarvoa tuottavaa. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2002, 222.)

Varastonohjaukseen kuuluu myös varastojen täydentäminen. Varastojen täydentämistä voidaan tehdä monilla eri menetelmillä, tilauspistemenetelmällä, tilausvälin menetelmällä tai niin sanotulla kahden laatikon menetelmällä. Tilauspistemenetelmässä varastoa täydennetään varaston tason pudottua, jonkun tietyn erikseen määritellyn tason, tasolle, tätä tasoa kutsutaan tilauspisteeksi. Varastotason saavuttaessa tilauspisteen, olisi varastossa oltava tavaraa vielä sen verran riittävästi, että sitä voidaan normaalin toimitusajan puitteissa saada lisää. Kaiken mennessä niin kuin on suunniteltu, on tavaraa varastossa täydennyksen toimitushetkellä vielä varmuusvaraston verran. (Sakki 2003, 101.)

Menekin ollessa satunnaista, muuttuu varaston täydennysmäärä, ja silloin tällöin myös täydennysmäärä, vaihteleviksi. Tällöin haasteena on eräkoon ja tilauspisteen määrittely palvelutasoon ja kustannustavoitteeseen nähden. Kysynnän lisäksi tilauspisteen määrittelyyn vaikuttaa varastosaldon tarkastelutiheys. Tuotteiden varastosaldojen tarkastusten tapahtuessa harvoin, on määritellyn tilauspisteen ohitus voinut jo tapahtua. Tuotteiden varastosaldoja voidaan tarkastella joko jatkuvasti tai tietyn aikavälin kuluttua, näitä kutsutaan perioditarkastuksiksi. Jatkuvan varastosaldon seurannan kohdalla varastosaldoa seurataan aina sen muuttuessa. Perioditarkastuksissa varastosaldoa seurataan määräajoin, esimerkiksi viikon välein. (Karrus 2003, 44.)

Kahden laatikon, tai vaihtoehtoisesti viimeisen laatikon menetelmä, on kaikista käytännön läheisin varaston ohjaustapa. Tuotteille, joiden kulutus säilyy tasaisena, tämä menetelmä sopii parhaiten. Jokaiselle tuotteelle on laskettu omat yksilölliset tilauspisteet, ja samansuuruinen tavaramäärä sijoitetaan erilliseen tilaan, jota aletaan käyttää vasta muun varaston loputtua. (Sakki 2003, 102.)

2.6 Varastointikustannukset

Varastointi aiheuttaa yrityksille kustannuksia. Kustannuksia aiheutuu tavaroiden säilyttämisestä ja käsittelystä, sekä lisäksi varastointi sitoo yrityksen vaihtomaisuutta. Mitä suurempi varasto yrityksellä on, sitä enemmän se sitoo itseensä pääomaa, joka on siten poissa yrityksen muusta toiminnasta. (Bardi, Coyle & Langley 1996, 170.)

Varastointi aiheuttaa yrityksille kustannuksia, koska se sitoo yrityksen pääomaa itseensä. Yritys on jo maksanut varastoimistaan tavaroista, ja nämä rahat ovat poissa muusta liiketoiminnasta. Nämä varastointiin käytetyt rahat eivät paranna tuotteen arvoa, mutta aiheuttavat samalla rahoituskustannuksia. Varastoitaessa jotain tiettyä tuotetta otetaan aina riski, että varastoitavan tavaran käyttötarve häviää, tai että varastoitava tavara pilaantuu varastoinnin aikana. Tässä tapauksessa täydellä hinnalla ostetusta tuotteesta on enää jäljellä nolla-arvo, tai siitä voidaan jopa joutua maksamaan hävityskustannuksia. Liiketaloudelliselta kannalta katsottuna varastoinnissa olisi löydettävä alin mahdollinen varastoitavan tavaran määrä, joka vielä takaa liiketoiminnan jatkumisen häiriöttömänä. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 305.)

Säilyttämiskustannukset. Varastointiin tarvitaan jokin tila tai alue, tästä aiheutuu kustannuksia. Tästä aiheutuvia kustannuksia ovat esimerkiksi varastointitilojen aiheuttamat pääomakustannukset, tai ulkopuoliselle taholle maksettava vuokra. Myös varastointihyllyjen, laatikoiden, kuormalavojen tai muiden varastointikaluston kustannukset kuuluvat tähän kustannusryhmään. Tähän kustannusryhmään kuuluvat myös esim. varastotilojen puhtaanapito-, lämmitys-, valaistus- ja vakuutuskulut. Myös tavaroiden säilyttämisestä aiheutunut hävikki tulee ottaa huomioon. (Sakki 2003, 61.)

Käsittelykustannukset. On olemassa kaksi eri käsittelyprosessia, jotka aiheuttavat yrityksille kustannuksia. Ensimmäinen käsittelyprosessi sisältää mm. tavaran vastaanoton, tarkastuksen, tuotteen mahdollisen merkkauksen, lajittelun sekä tavaran siirron varastoon. Toiseen käsittelyprosessiin taas kuuluvat keräily,

pakkaaminen, lähetyksen valmistelu sekä itse tuotteen lähettäminen. Näiden eri vaiheiden kustannuksiin on käsiteltävällä tuotteella ja toiminnan luonteella suuri vaikutus. Suurin osa kustannuksista aiheutuu käsittelyhenkilöstön palkoista. (Sakki 2003, 62.)

Varastohävikki. Varastointi aiheuttaa kustannuksia myös varastohävikin muodossa, varastohävikkiä voivat aiheuttaa muun muassa varkaudet, huonot varastotietojen ylläpidot sekä väärät asiakastoimitukset. Yleensä hävikin määrä kasvaa sitä mukaa mitä enemmän tuotteita varastoidaan. (Varastoista aiheutuvat kustannukset – Suomen Kuljetusopas, [viitattu 10.4.2011].)

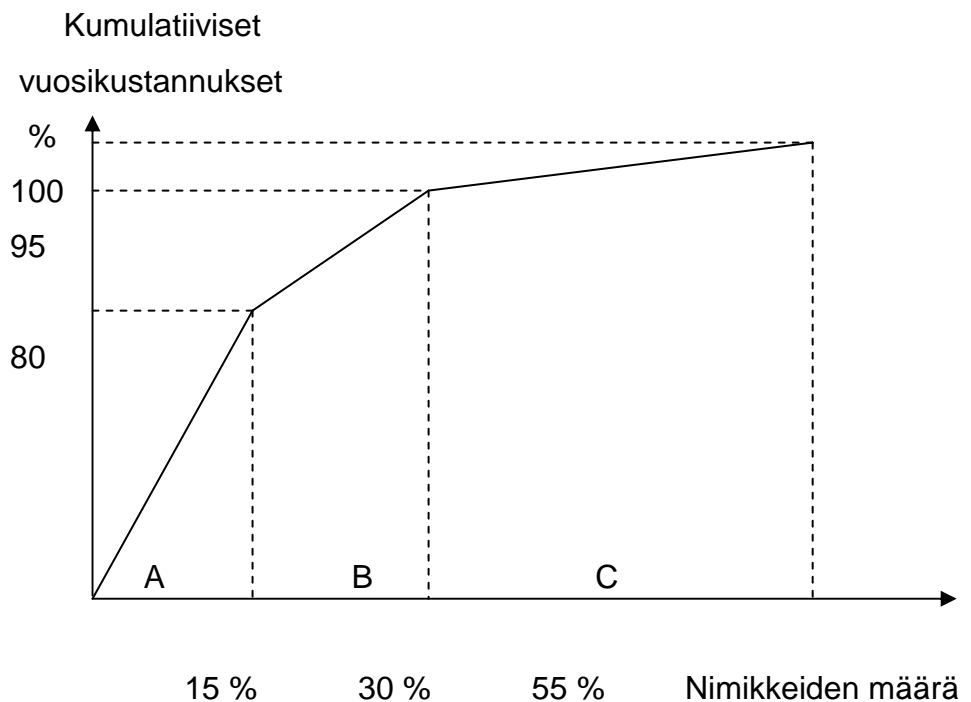
Varastoinnista aiheutuvat kustannukset voidaan jakaa myös kiinteisiin ja muuttuviin kustannuksiin. Kiinteiksi kustannuksiksi kutsutaan sellaisia kuluja joita esiintyy joka tapauksessa, vaikka toimintaa ei olisikaan. Periaatteessa kiinteät kustannukset ovat omaisuuteen sidottujen pääomien kuluja, palkkoja, sekä erilaisia kululaskuja kuten esimerkiksi sähkölaskut. Muuttuvia kustannuksia taas puolestaan esiintyy erilaisissa varastointitoimissa. Tämänlaisia kustannuksia ovat esimerkiksi vahinkokustannukset, eli erilaiset tavaravahingot kuten esimerkiksi vioittuneet tavarahyllyt, sekä koneiden käyttö- ja huoltokustannukset. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 404.)

Varastokustannusten pienentämiseen pystytään jälkitoimituksien vähentämisellä, toimitusnopeuden parantamisella, tarpeettomien varastojen purkamisella tai ennustustarkkuuden parantamisella. Varastosuunnittelun tärkeimmän tavoitteen tulisikin olla asiakasodotusten mukaisten varastotasojen pitäminen. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2002, 225.)

2.7 ABC- analyysi

ABC- analyysi on erittäin suosittu varastoinnin kehittämisen menetelmä, jota käytetään kaikkialla maailmassa. ABC- analyysi perustuu niin sanottuun 80/20 sääntöön, tämä säännön mukaan 20 prosenttia yrityksen tuotteista tai asiakkaista

tuovat 80 yrityksen myynnistä. On hyvä muistaa, että nämä lukemat ovat vain keskiarvoja ja jakauma voi olla muunkinlainen. Ensimmäinen askel ABC-analyysissä on tuotteiden lajittelu joko myynnin tai käytön mukaan. Tuotteet lajitellaan siis esimerkiksi A-, B-, C- ja D-luokkaan. A-luokkaan kuuluvat tuotteet myyvät eniten. B-luokan tuotteet taas myyvät vähemmän kuin A-luokan tuotteet, ja C-luokan tuotteet taas myyvät vuorostaan vähemmän kuin B-luokan tuotteet, ja niin edespäin. (Ritvanen & Koivisto 2007, 38.)



Kuvio 2. ABC-analyysi (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 457.)

A-luokan tuotteet myyvät eniten, ja tämän takia yrityksen on pidettävä niiden toimitusajat mahdollisimman lyhyinä. Ja koska A-luokan tuotteita myydään eniten, olisi tärkeää seurata A-luokan tuotteiden varastosaldoa usein, ettei yritykselle tule pulaa A-luokan tuotteiden riittävydestä. Jos oletetaan että A-luokan tuotteiden varastosaldoa seurataan päivittäin, riittää B-luokan tuotteille viikoittainen varastosaldon seuranta. C-luokan tuotteille riittää taas vähäisempi seuranta. (Ritvanen & Koivisto 2007, 39.)

Normaaleissa olosuhteissa ABC- analyysin tuoteluokittelun perustana käytetään aina tilastollista kokonaiskertymää. ABC- analyysissä pyrkimyksenä on löytää ne

tuotenimikkeet, joihin olisi keskityttävä muita tuotenimikkeitä tarkemmin, lisäksi pyrkimyksenä on löytää ne tuotenimikkeet, jotka on mahdollista poistaa kokonaan tuotevalikoimasta. Tuotteiden poistamisessa yrityksen tuotevalikoimasta on kuitenkin oltava tarkkana, ettei poista tuotteita jotka kyllä liikkuvat hitaasti, mutta ovat silti yrityksen toiminnan kannalta tärkeitä. (Karrus 2003, 180.)

Kärkiluokkien, A- ja B-luokan, tuotteet liikkuvat hyvin ja ovat myös sen takia todennäköisesti tuottavia. Nämä tuotteet ovatkin siis liiketoiminnallisesti tärkeitä, mutta silti, niiden varastomäärät olisi pidettävä pieninä. Näiden luokkien tuotteiden varaston täydennysväli olisi pidettävä mahdollisimman tiiviinä ja eräkoot pieninä tällöin saavutetaan tehokas nimikkeiden virtaus varastossa. Näiden luokkien tuotteiden varmuusvarastojen olisi hyvä olla pieniä ja niitä tulisi seurata jatkuvasti. (Karrus 2003, 182.)

C-luokkaan kuuluvat tuotteet ovat yleensä nimikemääriltään suuria sekä menekiltään vaikeammin ennustettavia ja teettävät näin paljon ohjaustyötä. Tämän luokan tuotteet ovat silti useimmiten liiketoiminnallisesti tärkeitä, mutta menekiltään pieniä, ja tämän takia olisi niiden valvontataakka minimoitava. Menekin ennustettavuuden ollessa vaikeaa olisi varmuusvarastojen oltava tämän luokan tuotteille suuria, sekä eräkokojen suurempia vähäisemmän seurannan takia. (Karrus 2003, 182.)

Se, että tuote sijoitetaan esimerkiksi D-luokkaan, ei silti tarkoita, että sen tuotteen varastoiminen voidaan kokonaan lopettaa. D-luokkaan kuuluvat tuotteetkin voivat olla asiakkaille erittäin tärkeitä. Lisäksi voi olla, että itse yrityksen tuotanto kärsii, ellei valmistukseen tarvittavia osia löydy varastosta. Mikäli D-luokkaan kuuluu paljon tuotteita, on selvitettävä ovatko kaikki tuotteet tarpeellisia, vai onko osa tuotteista turhia. Suuri C- ja D-luokkien varastokoko kertoo yrityksen hankintatoimessa olevista heikkouksista. Sellaisessa tilanteessa, että tuotetta ei myydä eikä käytetä, on sen varastointi turhaa, sillä harva tuote paranee kun se vanhenee. (Ritvanen & Koivisto 2007, 39.)

ABC- analyysin tuloksia tutkiessa on kuitenkin syytä ottaa huomioon muutamia tärkeitä seikkoja. ABC- analyysissä tuotteet luokitellaan ryhmiin niiden myynnin tai kulutuksen perusteella, mutta tämä ei aina ole sama kuin tietyn tuotteen tarpeellisuus. Se, että jonkin tuotteen myyntimäärä olisi pieni saattaa se silti olla tärkeä yrityksen asiakkaille. Teollisuuden alalla toimivissa yrityksissä puolestaan kaikkia yrityksen tuoterakenteeseen kuuluvia osia tarvitaan, vaikka monen osan käyttöarvo olisi vähäinen. ABC- analyysi kuvaa menneitä tapahtumia, onkin hyvä pitää mielessä, ettei tulevaisuus ole aina läheskään samanlainen. (Sakki 2003, 91.)

2.8 RFID-teknologia

RFID eli radio frequency identification on teknologia, joka käyttää radiotaajuuksia asioiden tai tavaroiden yksilöintiin tai tunnistamiseen. Tämä kyseinen teknologia perustuu siihen, että RFID-tunnisteeseen tallennetaan tietoa jota voidaan sieltä lukea langattomasti niin sanotun RFID-lukijan avulla. Tallennettu tieto liikkuu RFID-tunnisteen ja lukijan välillä radioaaltojen välityksellä. (RFID- tietoutta – RFID Lab Finland Ry, [Viitattu 13.5.2011].)

2.8.1 RFID-teknologian historia

RFID- teknologian historia juontaa juurensa toiseen maailmansotaan. Jossa RFID- teknologian ensimmäistä sovellusta käytettiin omien ja vihollisten lentokoneiden tunnistamiseen ja erottamiseen. Sodan päätyttyä tekniikkaa tutkittiin tarkasti, ja ensimmäinen patenti RFID-tekniikasta myönnettiin 1970- luvun alkupuolella. RFID-teknologian kehityskaaren aikana on jatkuvasti päästy pidempiin lukuetaisyyksin tunnisteen ja lukijan välillä sekä entistä nopeampaan tiedonsiirtoon. (The history of RFID technology – RFID Journal, [Viitattu 14.5.2011].)

2.8.2 RFID-teknologian osat ja kustannukset

RFID- järjestelmään kuuluu jokaisessa tapauksessa ainakin RFID-tunniste, RFID-lukija sekä taustajärjestelmä. Tunniste voi olla tarra, lappu tai kortti joka sisältää mikrosirun jonne tieto voidaan tallentaa. Lukijan avulla tunnisteeseen tallennettua tietoa voidaan lukea, tai jollain laitteella voidaan myös lukijan avulla kirjoittaa uutta tietoa tallenteeseen. Lukijan avulla tietoa voidaan ilman fyysistä kontaktia tai jopa ilman näköyhteyttä tunnisteeseen. Taustajärjestelmä puolestaan pitää huolta tiedonjaosta sekä käsittelee lukijoilta tulevan suuren tietomäärän. (RFID- tekniikan perusteet – RFID Lab Finland Ry, [Viitattu 13.5.2011].)

RFID-tunnisteet voidaan jakaa passiivisiin ja aktiivisiin tunnisteisiin. Passiivisilla tunnisteilla ei ole omaa virtalähdettä, ja ne saavat virtansa lukijan tuottamasta magneettikentästä. Aktiivisilla tunnisteilla taas on oma virtalähteensä, joka voi olla esimerkiksi paristo. (Finkenzeller 2003, 13.)

Passiiviset tunnisteet ovat pienempiä ja halvempia kuin aktiiviset tunnisteet. Passiivisilla tunnisteilla on myös lyhyempi toimintasäde kuin aktiivisilla tunnisteilla. Valinta aktiivisen ja passiivisen tunnisteiden välillä riippuu pitkälti siitä mihin tarkoitukseen sitä käytettäisiin. Passiivisia tunnisteita käytetään usein sellaisissa tilanteissa kun tunnisteita tarvitaan paljon, sekä tunnisteet saadaan sijoitettua lähelle lukijaa. Näin toimitaan passiivisten tunnisteiden alempien kustannuksien ja lyhyemmän lukusäteen takia. Aktiiviset tunnisteet sitä vastoin tilanteissa joissa tunnisteita ei tarvita niin paljon, ja tilanteissa joissa tunnisteet ovat pakostakin kauempana lukijasta. (Shepard 2005, 57.)

RFID-tunnisteet ja lukijat voidaan jakaa ryhmiin myös niiden käyttämän taajuuden perusteella. Matalan taajuuden laitteet ovat useimmiten passiivisia ja niitä käytetään lyhyen etäisyyden vaativissa töissä, kuten esimerkiksi autojen varkauden estolaitteissa. Matalan taajuuden laitteet vaativat pientä virtaa toimiakseen, ja ne ovat halvimpia. Korkean taajuuden laitteita käytetään esimerkiksi lentokentillä matkalaukkujen tunnistamiseen, ja seuraamiseen. korkean taajuuden laitteet vaativat matalan taajuuden laitteita suuremman

virtamäärän toimiakseen, ne ovat myös kalliimpia kuin matalan taajuuden laitteet, mutta omaavat suuremman luku etäisyyden. (Shepard 2005, 61.)

UHF, eli ultra high frequency teknologiaa käytetään sellaisissa asioissa, joissa joudutaan toimimaan pidempien tiedonsiirtoetäisyyksien kanssa. UHF- teknologiaa käytetään paljon logistiikan saralla. Nykyisin passiivisillakin UHF- tunnisteilla päästään jo yhtä pitkiin lukuetaisyyksiin kuin aktiivisilla tunnisteilla. Passiivisten UHF- tunnisteiden käyttö lisääntyykin voimakkaasti, sillä aktiivisiin tunnisteisiin on vaihdettava väliajoin uusi virtalähde, kun taas passiivisilla tunnisteilla on ainakin teoriassa ikuinen käyttöikä. (RFID- teknologia – Idesco, [Viitattu 16.5.2011].)

Tulevaisuudessa RFID-teknologian saralla pyritään kasvattamaan lukijoiden ja tunnisteiden välistä lukuetaisyyttä sekä pienentämään yksikkökustannuksia vielä entisestään, jolloin pystyttäisiin tuomaan RFID-tekniikka useamman yrityksen hintahaarukkaan. RFID-tekniikan leviämistä hidastavana seikkana on myös nähty standardien puuttuminen. (Sakki 2003, 178.)

RFID-teknologian kustannukset riippuvat pitkälti kyseessä olevista laitteista. Kaikista halvimmat passiiviset tunnisteet ovat noin 10 Sentin hintaisia. Aktiivisten tunnisteiden hinnat liikkuvat sitten jo kymmenissä Euroissa. Hinta kuitenkin riippuu monista eri tekijöistä, kuten esimerkiksi aktiivisen tunnisteiden patterin koosta ja muistin suuruudesta. RFID-lukijoiden hinnat vaihtelevat sadoista Euroista aina tuhansiin Euroihin, kaikkein monikäyttöisimmissä laitteissa. Yritys tarvitsee myös taustajärjestelmän, jonka avulla se hallinnoi tunnisteiden ja lukijan välillä liikkuvaa tietoa, jota saattaa joissain isoissa varastoissa liikkua todella suuria määriä. Taustajärjestelmien hinnat vaihtelevat suuresti valmistajakohtaisesti. Alkukustannukset saattavat olla suuria, mutta tekniikan kehittyessä, ja alan vanhetessa on selvää, että kustannukset tulevat laskemaan. (RFID system components and costs – RFID Journal, [Viitattu 14.5.2011].)

2.8.3 Tunnistintörmäys

Tunnistintörmäys tarkoittaa sitä kun useampi tunniste lähettää signaalinsa lukijalle samanaikaisesti ja täten lukija ei pysty erottelemaan tunnisteita toisistaan. Tämä on nähty ongelmana sellaisissa tilanteissa kun joudutaan toimimaan suurten volyymien kanssa. Nykypäivän RFID-ukijoissa on jo sisään rakennetut järjestelmät, jotka voivat vaihdella eri valmistajien osilta, jotka ehkäisevät tunnistintörmäystä. (How can companies avoid collision? – RFID Journal, [Viitattu 17.5.2011].)

2.8.4 RFID-tekniikan erot viivakoodeihin

Suurimmat erot RFID-tekniikan ja viivakoodi tekniikan välillä ovat, että RFID-tunnisteen teksti voi lukea ilman fyysistä kontaktia ja jopa näköyhteyttä kohteeseen. Lisäksi viivakoodin sisältämä tietomäärä on huomattavasti RFID-tunnistetta pienempi. Viivakoodia ei voi enää sen tulostamisen jälkeen muuttaa, kun taas RFID-tunnisteessa olevaa sisältöä voi muuttaa jatkuvasti. RFID-tunnisteet on myös suunniteltu kestävämpiä likaisia teollisuusolosuhteita viivakoodia paremmin. (Shephard 2005, 41.)

2.9 RFID-järjestelmän hankintakustannukset

RFID-tekniikkaan investoiminen on iso päätös yritysjohdolle, ja se vaatii tarkan analysoinnin ja onnistuneen testausprojektin taakseen. (Pisello 2006, 15. [Viitattu 17.5.2011]).

RFID-tunnisteiden hinnat ovat viime vuosina tulleet rajusti alas, nykyisin yhden tunnisteen hinnat liikkuvat 10 Sentin kieppeillä. Hinnat tosin riippuvat vahvasti kulloisenkin toimituserän suuruudesta. Tunnisteiden hintojen uskotaan jatkavan laskuaan vielä tulevaisuudessa. RFID-lukijoiden hinnat vaihtelevat tuhannen ja kolmen tuhannen Euron välissä, noin keskimäärin. Kallein investointierä onkin

oikeanlaisen taustaohjelmiston hankkiminen, joka pitää huolta tunnisteen ja lukijoiden välisestä tiedonjaosta ja käsittelee näiden lähettämät suuret tietomäärät. Näiden ohjelmistojen hintahaarukat vaihtelevat muutamista sadoista tuhansista yli miljoonaan Euroon, jos joutuu maksamaan myyjien lisenssimaksuja. Rahaa on myös varattava taustaohjelmistojen huoltoon ja tietotukeen. (Pisello 2006, 15. [Viitattu 17.5.2011]).

Pelkkä RFID-järjestelmä ei vielä sinällään tuo yritykselle merkittävää lisäarvoa, van RFID-järjestelmä on saatava toimimaan yhteistyössä yrityksen varastohallinta- ja toiminnanohjausjärjestelmien kanssa. RFID-järjestelmän tuottama reaaliaikainen tieto on saatava linkitettyä yrityksen muihin järjestelmiin. Yritys voikin joutua uusimaan ja tehostamaan sen tietokonekantaansa ja lisättävä tiedonkäsittelykapasiteettiaan. (Pisello 2006, 15. [Viitattu 17.5.2011]).

RFID-taustajärjestelmien, jotka huolehtivat tunnisteen ja lukijoiden välisestä tiedonjaosta ja prosessoi nämä tietomäärät, korkeat lisenssihinnat ovat olleet osaltaan jarruttamassa RFID-tekniikan yleistymistä. Hinnat saattoivat liikkua sadoissa tuhansissa Euroissa per asennuspaikka. Nykyisin halvimpien taustajärjestelmien hinnat saattavat liikkua muutamien tuhansien ja noin kahdenkymmenen tuhannen Euron välisessä hintahaarukassa. Myyjien onkin yhä hankalampi perustella miksi yritysten pitäisi ostaa ohjelmansa heiltä ja maksaa rahakkaita lisenssimaksuja. Esimerkiksi Saksalainen autonvalmistaja Volkswagen kehitti itse oman taustajärjestelmänsä. Tämä kehitys onkin tuonut markkinoille uusia valmistajia, ja parempia mahdollisuuksia pienille ja keskisuurille yrityksille investoida RFID-tekniikkaan. (Nurminen 2006. [Viitattu 18.5.2011]).

RFID-taustajärjestelmien suurin uhka tulee osaltaan muista RFID-laitteista, sillä RFID-lukijoiden jatkuva teknologinen kehitys on omalta osaltaan laskenut toimivan, ja huippukalliin, taustajärjestelmän tarpeellisuutta. Alkuaikojen RFID-lukijoiden kehittymättömyys olikin suuri syy siihen, että taustaohjelmien kehittäminen koettiin tarpeelliseksi. Nykypäivän RFID-lukijoista löytyy jo hyvin paljon samoja ominaisuuksia kuin taustaohjelmistoista. (Nurminen 2006. [Viitattu 18.5.2011]).

Varasto on vaarallinen työpaikka, RFID-laitteet voivatkin saada jatkuvasti kaikkennäköisiä kolhuja. Tämän seurauksena ne eivät enää välttämättä toimi kunnolla. Korjaus ja huoltotoimenpiteisiin onkin varattava koko ajan rahaa budjetista. RFID-laitteisto kannattaakin hankkia luotettavalta yritykseltä. (Pisello 2006, 15. [Viitattu 17.5.2011]).

Otetaan eteen hypoteettinen tilanne, jossa Yhdysvaltalainen vähittäismyyjä joka toimii 650 Miljoonan liikevaihdolla pitää palkkalistoillaan 1200 työntekijää 180:ssä eri toimipisteessä, investoi RFID-teknologiaan. RFID-teknologian avulla saadaan tilaus- ja toimitusketjuun läpinäkyvyyttä, eli ymmärretään paremmin mitä tuotteita yritykselle on tulossa, ja milloin. Yrityksen varaston vastaanotto saadaan automatisoitua merkitsemällä toimituserät RFID-tunnisteilla. (Pisello 2006, 14. [Viitattu 17.5.2011]).

Tässä skenaariossa voitaisiin saavuttaa 15 % pienempi varastotaso, lähinnä varmuusvarastojen poistumisen takia. Tämä puolestaan saavutetaan tilaus- ja toimitusketjun paremmalla hallinnalla. Varastohallinnan työvoimakustannuksissa voitaisiin saavuttaa yli 20 % säästöt. Huomattavia säästöjä saavutettaisiin myös inhimillisten erehdysten vähenemisenä. Työntekijöiden työmotivaatio kasvaa kun jokapäiväisiä, tylsiä, varastotehtäviä saadaan automatisoitua. Näiden säästöjen ansiosta RFID-järjestelmän investointikustannukset, jotka olivat noin 12 miljoonaa, on maksettu takaisin hieman alle vuodessa. (Pisello 2006, 14. [Viitattu 17.5.2011]).

Oikean RFID-järjestelmän ja toimittajan valinta on haastava prosessi, ja se riippuu pitkälti siitä kiinnostuneen yrityksen toimialasta, koosta ja siitä mitä se odottaa RFID-järjestelmän tekevän. Markkinoilta löytyy useita RFID-järjestelmien valmistajia ja myyjiä. Tutki tarkkaan jokaista eri myyjää ja vertaile niitä toisiinsa. Käy läpi eri myyjien asiakkailtaan saamia referenssejä, ja tutki kuinka pitkä historia eri myyjillä on RFID-teknologia alalla. (Moradpour 2005. [Viitattu 18.5.2011]

RFID-tunnisteilla ja lukijoilla on markkinoilla kymmeniä eri valmistajia. Kannattaa tutkia huolella mihin toimialaan eri valmistajat ovat erikoistuneet. RFID-järjestelmien taustaohjelmistoillekin löytyy monia eri valmistajia, joista osa on tullut vasta viime aikoina alalle. Kannattaa tutkia kuinka eri taustaohjelmistojen yhdistäminen onnistuu yrityksen muihin ohjausjärjestelmiin, kuten esimerkiksi yrityksen varastonhallintajärjestelmään. (Moradpour 2005. [Viitattu 18.5.2011]

3 CASE ESIMERKKEJÄ RFID-TEKNOLOGIAN KÄYTÖSTÄ

3.1 American Apparel

American Apparel on muotivaatteiden valmistaja, jakelija ja myös niiden myyjä. Yritys aloitti toimintansa vuonna 1989 t-paitojen vähittäismyyjänä. Vuonna 2008 yritys oli laajentunut jo kattamaan yli 200 myymälää 18 maassa. (American Apparel Case Study – AIM, [Viitattu 17.5.2011].)

Yrityksen haasteena oli liiketoiminnallisten prosessien parantaminen, sekä vähentää varastoinnissa tapahtuvia saldovirheitä. Yrityksen myymälästä löytyi kerralla aina vain yksi kappale tiettyä yksilöityä tuotetta, lisäksi myymälän ja yrityksen varaston välinen tavaraliikenne oli jatkuvaa. RFID-teknoologiaan siirtymiselle oli annettu tavoitteeksi, yrityksen tilaus- ja toimitusketjun läpinäkyvyyden parantaminen, varaston olevien tuotteiden saldovirheiden pieneneminen, sekä varastoinnin työvoimakustannusten ja varastoinnin yhteydessä tehtävien inhimillisten erehdysten väheneminen. (American Apparel Case Study – AIM, [Viitattu 17.5.2011].)

Ensin yritys valitsi vain yhden myymälän, jossa se testasi RFID-teknoologiaa ja sen mahdollisesti mukana tuomiaan hyötyjä. Tässä myymälässä jokainen vaatekappale merkittiin RFID-tunnisteella. Yrityksen kokemusten perusteella saavutettuja hyötyjä olivat esimerkiksi parantunut asiakaspalvelutaso. RFID-teknologian avulla yritys pystyi myös paremmin analysoimaan asiakkaiden tarpeita ja sitä kautta ennakoimaan paremmin varmuusvarastojaan. Järjestelmän avulla pystyttiin myös pienentämään tuotteiden sijoitteluvirheitä huomattavasti. Tätä kautta myös varastosaldojen tarkkuutta saatiin parannettua merkittävästi. Varastossa tapahtuvaa inventaariota saatiin nopeutettua ja helpotettua, joten työntekijät pystyivät viettämään enemmän työaikaansa asiakaspalvelutyössä. Esimerkkinä voidaan mainita, että se työ varastossa mikä ennen vei kuudelta

työntekijältä kuusi tuntia, pystyttiin RFID-järjestelmän käyttöönoton jälkeen tekemään kahdessa ja puolessa tunnissa kahdella työntekijällä, ja vielä paremmalla tarkkuudella. (American Apparel Case Study – AIM, [Viitattu 17.5.2011].)

Tämän pilottimyymälän onnistuneen kokeilun jälkeen yritys alkoi laajentaa RFID-järjestelmän käyttöönottoa muissakin myymälöissään. Kaiken kaikkiaan RFID-järjestelmään siirtymisellä saavutettiin merkittäviä hyötyjä. Näitä hyötyjä olivat muun muassa parantunut tilaus- ja toimitusketjun läpinäkyvyys, jonka avulla saavutettiin parantunut asiakaspalvelutaso, parantunut asiakastyytyväisyys sekä kasvua myynnissä. Varastoinnissa saavutettiin säästöjä vähentyneen manuaalisen työn, vähentyneiden inhimillisten erehdyksen kautta. Varastonhallinnassa saavutettiin parempia ja reaaliaikaisempia saldotietoja yrityksen varastoimista tuotteista. (American Apparel Case Study – AIM, [Viitattu 17.5.2011].)

3.2 McCarran International Airport

McCarran International Airport, eli siis McCarran kansainvälinen lentokenttä, joka sijaitsee Las Vegasissa Nevadan osavaltiossa Yhdysvalloissa, on oman maansa seitsemänneksi kiireisin lentokenttä. Lentokentän läpi menee 70 000 matkustajaa sekä yli 460 lentoa päivittäin. Lentokentältä löytyy kaksi eri terminaalia ja 93 lähtöporttia. (McCarran International Airport Case Study – AIM, [Viitattu 17.5.2011].)

Matkustajamäärän kasvun, sekä Yhdysvaltain kiristyneiden lentokenttien turvallisuusohjeiden takia, alkoi yritys etsiä entistä tehokkaampia tapoja hoitaa turvatarkastukset sekä matkustajien lähtöselvitykset. (McCarran International Airport Case Study – AIM, [Viitattu 17.5.2011].)

RFID-tekniikan avulla oli tarkoitus kehittää järjestelmä joka olisi tarkempi ja kustannustehokkaampi lentokentän matkatavaroiden hallinnassa. Tuloksena oli järjestelmä joka automaattisesti kuljettaa matkatavarat pakollisten

turvatarcastusten ja läpivalaisujen läpi. Tämän avulla saadaan lisättyä lentokenttäturvallisuutta. Lipunmyynnissä laitettavien RFID-tunnisteiden avulla matkatavaroita pystytään seuraamaan koko niiden lentokentällä viettävän ajan läpi. (McCarran International Airport Case Study – AIM, [Viitattu 17.5.2011].)

RFID-tekniologialla on saatu aikaan säästöjä operatiivisissa kuluissa, parantunutta lentokenttäturvallisuutta, aikaista parempaa asiakaspalvelutasa sekä parempaa asiakastytyväisyyttä, sekä matkatavaroiden sijoittamisvirheet ovat vähentyneet merkittävästi. (McCarran International Airport Case Study – AIM, [Viitattu 17.5.2011].)

3.3 Falabella

Falabella on Etelä-Amerikkalainen vähittäiskauppa, jolla on toimipisteitä, joihin kuuluvat erilaiset tavaratalot ja supermarketit, Chilessä, Perussa, Argentiinassa ja Kolumbiassa. Yhtiöllä on palkkalistoillaan yli 59 000 työntekijää, 175:ssä eri toimipisteessä. (Falabella Case Study – AIM, [Viitattu 17.5.2011].)

Yritys laajeni voimakkaasti vuoden 2007 aikana avaamalla 32 uutta toimipistettä. Samalla laajeneminen aiheutti vaikeuksia yrityksen liiketoiminnallisille prosesseille. Yritys aloitti neljä kuukautta kestäneen pilottiprojektin yhdessä toimipisteistään.

Tuotteiden varastoon vastaanotossa tuotteet merkittiin asiaankuuluvin RFID-tunnistein. Varastossa RFID-lukija kulki joka aamu tiettyä etukäteen määrättyä reittiä pitkin, näin saatiin joka päivä ajantasainen varaston inventaario. Sen jälkeen, kun tuote oli myyty, otettiin RFID-tunniste pois tuotteesta kassalla, ja siellä oleva lukija muutti tuotteen myydyksi varastokirjanpitoon. (Falabella Case Study – AIM, [Viitattu 17.5.2011].)

Pilottiprojekti tuottikin tulosta, varastoinnin tarkkuus parani sekä varastoinnissa koetut tuotteiden saldovirheet vähenivät merkittävästi. Inventaario, joka aiemmin suoritettiin korkeintaan kerran kuukaudessa, pystyttiin nyt suorittamaan

huomattavasti nopeammin, useammin, sekä vähemmin manuaalisin työtunnein. RFID-tekniikkaan siirtymisen hyödyiksi yritys koki, varaston kiertonopeuden parantumisen, sekä kiertonopeuden seuraamisen helpottumisen. Manuaalisen työn väheneminen johti varastoinnista johtuvien käsittelykustannusten alenemiseen. Pilottiprojektin onnistumisen seurauksena yritys suunnittelee RFID-tekniikalla toimivan järjestelmän hankkimista muihinkin toimipisteisiinsä. (Falabella Case Study – AIM, [Viitattu 17.5.2011].)

4 VARASTONOHJAUKSEN TEHOSTAMINEN RFID-TEKNOLOGIAN AVULLA

Vaikka RFID-teknologia on jo varsin vanha keksintö, on se vasta viime aikoina lähtenyt yleistymään yhä enenevässä määrin. Syinä tähän voidaan pitää RFID-välineiden jatkuvaa hinnanlaskua sekä entistä kovempaa kilpailua teollisessa maailmassa, jossa pienillä yksityiskohdilla voidaan saada suurtakin kilpailuetua. RFID-tekniikasta on apua varastoinnin ja varastonohjauksen tehostamisessa, siinä että sen avulla pystytään paremmin seuramaan yksittäistä tuotetta tai tavaraa kun se etenee koko yrityksen toimintaketjun läpi.

RFID-teknologian avulla pystytään paremmin hallitsemaan tilaus- toimitusketjua saamalla siihen lisää läpinäkyvyyttä. RFID-teknologian avulla tiedetään koska tuote lähti valmistajalta, missä se koko ajan liikkuu ja milloin se saapuu yrityksen varastoon vastaanotettavaksi, jonka jälkeen RFID-tunniste luetaan ja valmistaja saa tiedon, että heidän tuotteensa on vastaanotettu.

RFID- teknologian avulla pystytään selvittämään tilaus- toimitusketjussa olevat pullonkaulat, sillä koko ajan on tiedossa missä tuote tai tavara liikkuu. RFID-teknologian avulla pystytään myös tekemään ABC- analyysi yrityksen tuotteiden myynnistä, sillä koko ajan tiedetään tarkasti kuinka paljon mitäkin tuotetta ostetaan tai myydään. Tätä kautta voidaan helpommin varautua mahdollisiin kysyntäpiikkeihin, ja tulevaisuuden ennakoimisen epätarkkuus pienenee.

RFID-teknologian avulla pystytään myös ehkäisemään varastohävikkiä, sillä jokainen tuote on laskettu, ja koko ajan tiedetään sen liikkuminen varastossa tai tilaus- toimitusketjussa. RFID-teknologian avulla pystytään myös nopeuttamaan yrityksen varastossa tapahtuvaa inventointia, ideaalissa tilanteessa varastossa tapahtuva inventointi on RFID-teknologian avulla jatkuvasti käynnissä, sekä pysymään entistä paremmin ajan tasalla varastokirjanpidon oikeellisuudesta. RFID-teknologian avulla yritys pystyy myös pienentämään varastoinnista sille

aiheutuvia kuluja. Sillä tämän teknologian avulla varastossa tapahtuva inventointi nopeutuu, työntekijöiden käyttämä aika varastossa tapahtuvaan tuotteiden etsimiseen ja keräilyyn vähenee.

Perinteinen viivakoodi on luettava tai ihmisen toimesta yksilöllisesti. Lisäksi viivakoodin tapauksessa viivakoodinlukijan on nähtävä sen kulloinkin lukema viivakoodi, ja tämä tarkoittaa sitä esimerkiksi pakkauksen on aina oltava vaikkapa liukuhihnalla yhdessä tietyssä asennossa, kun taas RFID-lukija voi lukea monta eri tunnistetta kerralla, mistä tahansa asennosta jopa ilman suoraa näköyhteyttä. Jos kerralla saapuu varastoon suuri määrä tavaraa, niin tämän teknologian avulla saadaan nopeutettua vastaanottoa ja tavaroiden tarkistusta huomattavasti. Näin saadaan pienennettyä varastoinnista aiheutuvia käsittelykustannuksia.

RFID-teknologian avulla voidaan lisätä automaation määrää varastotoiminnassa, ja monta ennen manuaalisesti tehtyä työtä voidaan tämän jälkeen suorittaa automaationa. Näin ollen yritys pystyy pienentämään työntekijöiden palkkoihin menevää kustannuserää. Automaation avulla saadaan myös nopeutettua toimitusaikoja, sekä nostettua yrityksen asiakkaille suunnattua palvelutasoa.

RFID-teknologian avulla voidaan myös vähentää varastoista tapahtuvissa toimituksissa aiheutuvia virheitä, sillä tämän teknologian avulla koko ajan tiedetään mitä tuotteita on menossa mihinkin, ja tätä kautta myös inhimillisten erehdysten määrä vähenee. Myös varastoon vastaanotettujen tuotteiden kohdalla tapahtuvien tuotteiden kohdalla tapahtuvien kirjausvirheiden määrä vähenee tämän teknologian mukanaan tuoman automaation seurauksena. Tämän järjestelmän avulla voidaan myös saada huomattava määrä lisätietoa yrityksen logistisen toimintaketjun ja tuotteiden liikkuvuuden saralta, mitä ei ollut ennemmin saatavilla. Tämä kaikki lisätieto tulee yrityksen käyttöön ilman manuaalisen työn aiheuttamia lisätyötunteja ja ylimääräisiä työvoimakustannuksia.

RFID-teknologia lisää automaatiota varastotyössä, sekä vähentää aikaa vievää paperityötä. Se myös parantaa yrityksen varastonhallintaa, ja nopeuttaa mahdollisuutta puuttua yrityksen tilaus- ja toimitusketjussa mahdollisesti ilmeneviin

ongelmiin. Se tekee myös varastotyöstä kustannustehokkaampaa, sillä ylimääräisen manuaalisen työn määrä vähenee. Automaation lisääntyminen tekee myös yrityksen varastotoiminnasta nopeampaa, sekä entistä tehokkaampaa.

RFID- teknologian avulla yritys pystyy tehostamaan varastonohjaustaan, eli hallitsemaan paremmin yrityksen materiaalivirtoja ja tuottamaan asiakkaille paremmin palvelutason ja nopeamman palvelunopeuden. Sen avulla yritys pystyy myös helpottamaan varaston täydentämistään, sillä tämän teknologian avulla tiedetään tarkat varastosaldot, koska ne putoavat alle uutta varastotilausta vaativan hälytysrajan, sekä tiedetään tuotteiden viimeaikainen menekki, jolloin pystytään paremmin ennakoimaan tulevaisuutta.

RFID-teknologian avulla pystytään saaman reaaliaikaista tietoa tilaus- ja toimitusketjun tavaroiden liikkeistä, ja näin ollen yrityksen pakonomainen tarve varmuusvarastojen, joita normaalisti pidetään tavaran toimittajien epävarmuudelta suojautumiseen, pitämiseen vähenee.

ABC-analyysi on hyvä työkalu selvittämään miten tuotteet kiertävät yrityksen varastojärjestelmän läpi. RFID-teknologian avulla pysytään koko ajan perillä tuotteiden myynnistä ja näinä ollen pystytään paremmin päättämään onko kunkin tuotteen varastoiminen tarpeellista.

RFID-teknologiaan investoiminen on yrityksen johdolle iso päätös, sillä vielä nykyäänkin hankintakustannukset ovat varsin korkeat. RFID-teknologian yleistymisen vaatii entistä edullisempien RFID-välineiden olemassaoloa, tämä onkin nostettu yhdeksi alan tulevaisuuden kehityksen pääteemoista. Maailman laajuisen yleisen standardijärjestelmän puute on myös ollut yleistymistä hidastava tekijä. Jokaisella maalla on omat standardinsa ja tämä on ollut hidastavana tekijänä RFID- teknologian yleistymisessä globaaleilla maailman markkinoille toimivien yritysten, joiden tilaus- ja toimitusketjuun kuuluu toimijoita monista eri maista, kanssa. RFID-teknologian korkea hintataso aiheuttaa myös sitä, että kaikkien tuotteiden, jotka nykyisin on eritelty viivakoodilla, ei ole kannattavaa yksilöidä RFID-tunnisteilla. Yrityksen onkin päätettävä millä tasolla se haluaa

yksilöidä tuotteensa RFID-tunnisteilla. Kalliit, isokokoiset ja yrityksen toiminnalle tärkeät tuotteet voi yksilöidä, kun taas pienikokoisemmat, halvemmat ja vähemmän tärkeät tuotteet voisi yksilöidä RFID-tunnisteilla esimerkiksi laatikkotasolla. Tästä kysymyksestä, millä tasolla tuotteet halutaan yksilöidä, tuleekin tärkeä osa RFID-tekniikan hankintakustannuksia analysoitaessa, sillä se millä tasolla tuotteita halutaan yksilöidä, on suoraan verrannollinen tarvittavien RFID-tunnisteiden määrään ja sitä kautta järjestelmän kokonaiskustannuksiin.

Pienemmille yrityksille RFID-tekniikkaan investointia kannattaa harkita tarkkaan, sillä hankintakustannukset ovat verrattain suuret, mutta suuremmille yrityksille jota liikuttelevat isompia tavaramääriä varastoissaan sekä tilaus- toimitusketjussa RFID-tekniikka voi tuoda mukanaan merkittäviä säästöjä varastointikustannusten pienentymisenä, varastohävikin vähenemisenä sekä varaston kierto nopeuden nousuna.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tätä opinnäytetyötä aloitettaessa ei tutkijalla ollut juuri ollenkaan RFID-tekniikasta eikä siihen aiheeseen liittyvästä termistöstä. Tietoa hankittiin alaan liittyvästä ammattikirjallisuudesta sekä internetistä.

RFID-tekniikkaa tutkiessaan tutkija on huomannut kuinka kasvava ala on kyseessä. Opinnäytetyötä tehdessään tutkija huomasi kuinka paljon taloudellista hyötyä, varastohävikin pienenemisenä, varastonkierron nopeutumisenä sekä varastoinnissa tapahtuvan tuotteiden vastaanoton ja lähetyksenä helpottumisena, on saavutettavissa oikein toteutetun RFID-tekniikalla hallitun varastonohjauksen ja varastohallinnan avulla.

RFID-tekniikan yleistymistä jarruttaneina tekijöinä on ollut nähtävissä tekniikan selkeästi korkeampi hintataso verrattuna esimerkiksi viivakoodijärjestelmään, yleisten globaalien standardien puuttuminen. RFID-tekniikka tuskin tulee ainakaan lähitulevaisuudessa syrjäyttämään viivakoodijärjestelmää juuri näiden edellä mainittujen seikkojen takia, mutta näiden kahden järjestelmän toimiva yhteistyö, ja rinnakkain toimiminen on mahdollista.

LÄHTEET

- American Apparel Case Study – AIM. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 17.5.2011]. Saatavana: <http://www.aimglobal.org/members/news/templates/template.aspx?articleid=3457&zoneid=25>
- Bardi, E., Coyle, J. & Langley, J. 1996. The Management of Business Logistics. Sixth edition. West Publishing Company.
- Ballou, H. 2004. Business Logistics / Supply Chain Management. Fifth edition. Pearson Education, Inc.
- Benton, W. 2010. Purchasing and Supply Chain Management. Second edition. The McGraw-Hill Companies.
- Falabella Case Study – AIM. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 17.5.2011]. Saatavana: <http://www.aimglobal.org/members/news/templates/template.aspx?articleid=3496&zoneid=25>
- Finkenzeller, K. 2003. RFID Handbook Fundamentals and Applications in Contactless Smart Cards and Identification. Second edition. John Wiley & Sons Ltd.
- Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. WS Bookwell Oy.
- Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. Kuudes painos. Infacs Johtamistekniikka Oy.
- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2002. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Kopijyvä Oy
- How can companies avoid collision? – RFID Journal. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 17.5.2011]. Saatavana: <http://www.rfidjournal.com/article/view/7296>
- Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. WS Bookwell Oy.
- Karrus, K. 2003. Logistiikka. Juva: WS Bookwell Oy.
- Nurminen, T. 16.1.2006. The End of RFID Middleware?. [WWW-dokumentti]. RFID Journal. [Viitattu 18.5.2011]. Saatavana: <http://www.rfidjournal.com/article/view/2035/1>

- McCarran International Airport Case Study – AIM. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 17.5.2011]. Saatavana: <http://www.aimglobal.org/members/news/templates/template.aspx?articleid=3456&zoneid=25>
- Moradpour, S. 2005. How should you choose the right vendors for your RFID project?. [WWW-dokumentti]. Packaging World. [Viitattu 18.5.2011]. Saatavana: <http://www.packworld.com/news-20011>
- Pisello, T. 2006. Shrinking the Supply Chain Expands the Return: the ROI of RFID in the Supply Chain. [WWW-dokumentti]. Alinean Inc. [Viitattu 17.5.2011]. Saatavana: http://www.motorola.com/web/Business/Products/RFID/RFID%20Tags/Cargo%20Tag/_Documents/Static%20Files/shrinking_the_supply_chain_expands_the_return_new.pdf
- Pouri, R. 1997. Businesslogistiikka. WSOY:n Graafiset laitokset
- RFID system components and costs – RFID Journal. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 14.5.2011]. Saatavana: <http://www.rfidjournal.com/article/view/1336/>
- RFID- tekniikan perusteet – RFID Lab Finland Ry. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 13.5.2011]. Saatavana: <http://www.rfidlab.fi/rfid-tekniikan-perusteet>
- RFID- teknologia – Idesco. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 16.5.2011]. Saatavana: <http://www.idesco.fi/fi/teknologia/rfid-teknologia/>
- RFID- tietoutta – RFID Lab Finland Ry. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 13.5.2011]. Saatavana: <http://www.rfidlab.fi/rfid-tietoutta>
- Ritvanen, R. & Koivisto, E. 2007. Logistiikka pk-yrityksissä. WSOY Oppimateriaalit Oy
- Sakki, J. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta, logistinen B-to-B-prosessi. Kuudes uudistettu painos. Espoo: Hakapaino Oy
- Shepard, S. 2005 RFID Radio Frequency Identification. The McGraw-Hill Companies
- The history of RFID technology – RFID Journal. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 14.5.2011]. Saatavana: <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1338/1/129/>
- Varastoista aiheutuvat kustannukset – Suomen Kuljetusopas. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 10.4.2011]. Saatavana: <http://www.kuljetusopas.com/varastointi/kustannukset/>

Varaston kiertonopeus – Suomen Kuljetusopas. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 24.3.2011]. Saatavana:
<http://www.kuljetusopas.com/varastointi/kiertonopeus/>

Varastonohjaus – Suomen Kuljetusopas. Ei päiväystä. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 23.3.2011]. Saatavana:
<http://www.kuljetusopas.com/varastointi/varastonohjaus/>

